

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01L 21/268, 21/027</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/14986</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. April 1998 (09.04.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02261</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. Oktober 1997 (01.10.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 196 40 594.7 1. Oktober 1996 (01.10.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KELLY, Michael, K. [US/DE]; Vöttingerstrasse 15, D-85354 Freising (DE). AMBACHER, Oliver [DE/DE]; Hirtenweg 10, D-85375 Neufahrn (DE). STUTZMANN, Martin [DE/DE]; Aribonstrasse 9, D-85435 Erding (DE). BRANDT, Martin, S. [DE/DE]; Gartenstrasse 5, D-80809 München (DE). DIMITROV, Roman [BG/DE]; Tsingtauerstrasse 3A, D-81827 München (DE). HANDSCHUH, Robert [DE/DE]; Gartenstrasse 39B, D-84518 Garching (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	
<p>(54) Title: METHOD FOR SEPARATING TWO MATERIAL LAYERS AND ELECTRONIC COMPONENTS PRODUCED THEREWITH</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM TRENNEN ZWEIER MATERIALSCHICHTEN VONEINANDER UND NACH DIESEM VERFAHREN HERGESTELLTE ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE</p> <p>(57) Abstract</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>The invention relates to a method for separating two material layers in such a way that both separated material layers remain essentially intact. According to the invention, an electromagnetic beam is radiated on an interface separating said layers and marking the place where the material layers are to be separated or in an area close to this interface through one of the two material layers. The electromagnetic beam is absorbed in the interface or in the area close to the interface. The absorption induces a separation of the materials on the interface.</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> </div> </div> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Verfahren zum Trennen zweier Materialschichten voneinander, derart, daß die zwei getrennten Materialschichten im wesentlichen vollständig erhalten bleiben, bei dem durch eine der beiden Materialschichten hindurch eine Grenzfläche zwischen den beiden Materialschichten, an der die Materialschichten getrennt werden sollen, oder ein Bereich in der Nähe dieser Grenzfläche mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, die elektromagnetische Strahlung an der Grenzfläche oder in dem Bereich in der Nähe der Grenzfläche absorbiert wird und durch die Absorption eine Materialzersetzung an der Grenzfläche induziert wird.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren zum Trennen zweier Materialschichten voneinander
und nach diesem Verfahren hergestellte elektronische Bauele-
5 mente

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Trennen
zweier Materialschichten voneinander, insbesondere zum Tren-
nen einer Halbleiterschicht von einem Substrat. Weiterhin be-
10 zieht sie sich auf nach diesem Verfahren hergestellte elek-
tronische Bauelemente.

Unter Materialschichten sind hier sowohl Schichten aus einem
einzigen Material als auch Schichtenfolgen oder Schichtstruk-
15 turen aus verschiedenen Materialien zu verstehen.

Die Herstellung von Produkten aus Halbleitern, wie elektroni-
sche und optoelektronische Bauelemente, bedarf typischerweise
mehrerer Prozeßschritte, einschließlich den zum Wachstum von
20 Halbleiterkristallen und Halbleiterschichten notwendigen Pro-
zessen, und zur örtlich selektiven Entfernung und Strukturie-
rung der Schichten. Viele Bauelemente bestehen zum Teil aus
Schichtfolgen von ungleichen Halbleitermaterialien, die in
Einkristallform epitaktisch auf einem Substrat gewachsen wer-
25 den.

Als Prozeßschritte für die Strukturierung von Halbleiter-
schichten oder die Trennung zweier Halbleiterschichten von-
einander werden meist Ätzverfahren eingesetzt, die die Halb-
30 leiterschichten von der Halbleiteroberfläche her abtragen.
Solche Prozesse verlaufen oft sehr langsam und benötigen kor-
rosive Chemikalien. Darüberhinaus gibt es nicht für jedes der
bekannten Halbleiter-Materialsysteme ein Ätzverfahren, das
mit einem vertretbaren Aufwand eine Strukturierung entspre-
35 chender Schichten ermöglicht.

- Insbesondere sind die Halbleitermaterialien Indium-, Gallium- und Aluminiumnitrid (InN, GaN und AlN) und ihre Mischkristalle oder Legierungen, die im folgenden Text mit „Gruppe III-Nitriden“ zusammengefaßt werden, sehr schwierig chemisch zu
- 5 ätzen. In diesen Materialsystemen steht derzeit kein zuverlässiges naßchemisches Ätzverfahren zur Verfügung. Es muß daher das technisch sehr aufwendige Verfahren des Reaktiv-Ionen-Ätzens (Trockenätzen) eingesetzt werden. Diese Methode erlaubt aber nur relativ geringe Ätzraten und benötigt giftige und toxische Gase (z.B. Bortrichlorid). Weil Ätzverfahren
- 10 auf die Oberfläche wirken, ist es meist nötig, die Ätzrate und -dauer genau zu kontrollieren, um die gewünschte Tiefe zu erreichen.
- 15 Weiterhin sind für manche Halbleitermaterialien, zum Beispiel und insbesondere für die Gruppe III-Nitride, Volumenkristalle aus denselben oder gitterangepaßten Halbleitermaterialien nicht oder nur mit großem technischen Aufwand herstellbar. Substrate zum Aufwachsen derartiger Halbleiterschichten stehen
- 20 daher nur sehr beschränkt zur Verfügung. Oftmals werden aus diesem Grund zum Wachstum dieser Halbleiterschichten als Ersatz Substrate aus anderen Materialien und mit unzureichenden Eigenschaften für nachfolgende Prozeßschritte oder für den Betrieb des Bauelements verwendet. Zum Wachstum von Gruppe
- 25 III-Nitrid-Schichten sind dies zum Beispiel Saphir- oder Siliziumkarbid-Substrate.

- Diese „Ersatz“-Substrate bringen Probleme wie unpassende Atomgitterabstände und unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten mit sich, die sich negativ auf die Materialqualität der auf ihnen gewachsenen Halbleiterschichten
- 30 auswirken. Darüber hinaus sind manche Prozeßschritte, wie das bekannte Spalten von Halbleiterschichten zur Herstellung von Resonatorspiegeln von Laserdioden aus GaAs, mit diesen
- 35 Substraten schwierig oder gar unmöglich.

Um diese Probleme zu bewältigen sind bislang verschiedene zum Ätzen alternative Verfahren bekannt geworden, um Halbleiterschichten oder andere Schichten voneinander oder von einem störenden Substrat zu trennen.

5

In E. Yablonovitch et al., Appl. Phys. Lett. 51, 2222 (1987), U.S. Patent 4,846,931, Thomas J. Gmitter and E. Yablonovitch, 11. Juli 1989 ist vorgeschlagen, im Materialsystem GaAs/AlAs beim Herstellungsprozeß der Bauelemente AlAs-Opferschichten zu implementieren, die naßchemisch aufgelöst werden können. Dies ermöglicht die Trennung von Schichten oder Strukturen vom Substrat. Diese Methode ist wegen der geringen lateralen Ätzgeschwindigkeit aber sehr zeitaufwendig. Für Gruppe III-Nitride gibt es darüberhinaus keine naßchemische Ätze.

15

Im US 4,448,636 ist eine Methode zur Entfernung von Metallfilmen von einem Substrat beschrieben. Hierbei wird der Metallfilm durch Licht erhitzt. Eine organische Opferschicht zwischen Substrat und Metallfilm wird durch die zugeführte Wärme verdampft und erlaubt die Entfernung der Metallschicht. Die Verwendung von organischen Zwischenschichten ist insbesondere beim epitaktischen Wachstum von Gruppe III-Nitriden nicht einsetzbar.

20

Eine vergleichbare Methode wurde zur Entfernung von Siliziumdioxid-Schichten von Galliumarsenid ist in Y.-F. Lu, Y. Aoyagi, Jpn. J. Appl. Phys. 34, L1669 (1995) beschrieben. Auch in diesem Falle wird eine organische Zwischenschicht durch Lichtabsorption erhitzt und die SiO₂ Schicht abgehoben.

30

Aus Y.-F. Lu et al., Jpn. J. Appl. Phys. 33, L324 (1994) ist weiterhin die Separation von SiO₂-Streifen von einer GaAs-Schicht mit Hilfe eines Excimer-Lasers bekannt.

35

In der DE 35 08 469 C2 ist ein Verfahren zum Strukturieren von auf einem transparenten Substrat aufgetragenen Schichtfolgen beschrieben, bei dem die zu strukturierenden Schichten

lokal durch ein transparentes Substrat hindurch mit Laserstrahlung bestrahlt wird, die in der zu strukturierenden Schicht absorbiert wird.

- 5 Weiterhin ist die sogenannte Laser-Ablation auf viele Materialsysteme angewandt worden um Material zu entfernen. Jedoch wird bei dieser Methode immer die Oberfläche destruktiv abgetragen, eine Trennung in zwei weiter zu verwendende Teile ist nicht möglich.

10

Spezifisch für Gruppe III-Nitride ist in Leonard und Bedair, Appl. Phys. Lett. 68, 794 (1996), das Ätzen von GaN mit einem Laserpuls unter HCl-Gas beschrieben und auf eine photochemische Reaktion unter Beteiligung von Salzsäure zurückgeführt.

15

In Morimoto, J. Electrochem. Soc. 121, 1383 (1974) und Groh et al., physica status solidi (a) 26, 353 (1974)) ist die thermisch aktivierte Zersetzung von GaN beschrieben.

- 20 In Kelly et al., Appl. Phys. Lett. 69 (12), 16. Sept. 1996, S. 1749-1751 ist gezeigt, daß Gruppe III-Nitride laserinduziert zu thermisch aktivierter Zersetzung gebracht werden können. Es handelt sich bei diesem Verfahren jedoch ebenfalls um ein auf die Oberfläche der Halbleiterschicht wirkendes
25 Verfahren, das insbesondere auch zu der Zerstörung der Oberfläche führt.

- Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Trennen zweier Materialschichten voneinander zur Verfügung zu stellen, bei dem keine oder nur
30 eine geringfügige Zerstörung der freien Oberflächen der Halbleiterschichten auftritt. Es soll insbesondere ein Verfahren zum Trennen von Gruppe III-Nitrid-Schichten von Saphir- oder SiC-Substraten entwickelt werden.

35

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Ein Verfahren zum lateralen Strukturie-

ren einer auf einem Substrat aufgetragenen Halbleiterschicht oder -schichtenfolge, bestehend aus mindestens einer Gruppe-III-Nitrid-Material ist Gegenstand des Anspruchs 2. Vorteilhaftige Weiterbildungen dieses Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche 3 bis 15. Bevorzugt nach diesem Verfahren hergestellte Bauelemente sind Gegenstand der Unteransprüche 16 bis 18.

Erfindungsgemäß ist bei dem Verfahren der eingangs genannten Art vorgesehen, daß durch eine der beiden Materialschichten hindurch die Grenzfläche oder ein Bereich in der Nähe der Grenzfläche zwischen den beiden Schichten mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird und daß eine Materialschicht an oder in der Nähe der Grenzfläche durch Absorption der Strahlung zersetzt wird.

Dieses Verfahren ist eine Alternative zu naß- und trockenchemischen Ätzprozessen, wie sie in der Halbleitertechnologie zur Strukturierung und Herstellung von einzelnen Schichten und Bauelementen eingesetzt werden. Es unterscheidet sich von diesen im Wesentlichen dadurch, daß es direkt auf einen internen Bereich an der Grenzfläche zwischen den beiden Schichten und nicht auf die freie Oberfläche wirkt. Dies erlaubt es unter anderem, die gewünschte Strukturierungstiefe direkt zu realisieren statt sie beispielsweise mittels genauer Vorgabe der Ätzdauer und -geschwindigkeit zu bestimmen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt auch keine Zerstörung einer der beiden Materialschichten. Dies führt zu einer neuen Möglichkeit, Schichtsysteme voneinander oder von dem Substrat zu lösen. Freistehende Bauelemente oder Schichten besitzen Vorteile bei weiteren Prozeßschritten; sie eignen sich z. B. als Substrate für die Homoepitaxie ohne die Probleme der Gitterfehlanpassung und der Differenzen in den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, oder zur Herstellung von optischen Bauelementen (Laserdioden) durch die Möglichkeit des Spaltens, unabhängig von der Substratspaltbarkeit. Der Transfer von Schichten, Schichtsystemen und Bauelementen aus Gruppe III-

Nitrid-Materialien auf andere Substrate ermöglicht die Kompatibilität und Integration von Gruppe III-Nitriden mit anderen technologisch relevanten Halbleitersystemen wie Silizium.

- 5 Das Verfahren ermöglicht die Trennung von Schichten eines Schicht-Substrat-Systems durch die direkte, sehr lokale Wirkung auf interne Grenzflächen oder grenzflächennahe Bereiche. Allgemein kann das hier beschriebene Verfahren auf Materialsysteme angewendet werden, in denen die zu trennende Grenzfläche mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit
10 Licht erreichbar ist, die Strahlung von einem Material an dieser Grenzfläche absorbiert wird, und in denen sich ein Material in der Nähe der Grenzfläche durch die Absorption von Licht oder Lichtpulsen zersetzen läßt. Das Verfahren wird erleichtert, wenn mindestens ein Zersetzungsprodukt gasförmig
15 ist. Als Halbleiter für diesen Prozeß eignen sich u.a. die Gruppe III-Nitride, oxidische Materialien, und Si_3N_4 .

- Optoelektronische Bauelemente wie Leuchtdioden und Halbleiterlaser und elektronische Bauelemente wie Transistoren, Dioden, Oberflächenwellen-Bauelemente werden typischerweise in großer Zahl auf einem einzelnen Substrat hergestellt. Hier kann das beschriebene Verfahren der lichtinduzierten Strukturierung zur Trennung der einzelnen Bauelemente verwendet werden. Die Separation der Bauelemente vom Substrat kann wie bereits erwähnt durch die Zersetzung einer Opferschicht erfolgen, die während des Fertigungsprozesses unter oder über die zu trennende Fläche eingebracht werden muß. Hierzu eignen sich dünne InGaN Schichten aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Bandlücke und chemischen Stabilität besonders.
30

- Die Produktion freistehender Schichten und Schichtfolgen erlaubt den Transfer von Schichten aus Gruppe III-Nitriden auf andere Substrate (z.B. Silizium) die sich in ihren strukturellen, mechanischen und thermischen Eigenschaften stark von denen der Gruppe III-Nitride unterscheiden können. Die Verfahrensweise erlaubt die Kombination von Leuchtdioden und
35

Halbleiterlasern aus Gruppe III-Nitriden mit konventionellen Trägermaterialien zur Herstellung flacher Bildschirme oder die Integration solcher Bauelemente in Schaltungen und integrierte Schaltkreise. Freistehende Schichtstrukturen können
5 auch als optische Wellenleiter, und Lichtkoppler benutzt werden. Wenn dies mit einem Beugungsgitter strukturiert ist, kann das Licht durch das Gitter eingekoppelt werden. Schichten von spezifischer Dicke können auch als optische Filter angewendet werden.

10

Mittels Bestrahlung durch eine Maske, Bestrahlung mit dem Interferenzmuster zusammengebrachter kohärenter Lichtstrahlen, Holographie, oder durch serielle oder gleichzeitige Bestrahlung verschiedener ausgewählter Stellen kann eine laterale
15 Strukturierung einer der Materialschichten erzeugt werden.

Wesentliche Schritte bei dem erfindungsgemäßen Verfahren sind:

- (i) Identifizierung, Auswahl oder Herstellung einer zu trennenden Grenzfläche in dem gewünschten Schichtsystem, welche
20 mit der zur Trennung zu benutzenden Strahlung erreichbar ist,
- (ii) Identifizierung eines Materials, oder Einbau eines Materials als Opferschicht an der Grenzfläche, das das eingestrahlte Licht absorbiert, oder
- 25 (iii) Identifizierung oder Einbau eines Materials als Opferschicht in der Grenzflächennähe, das durch das absorbierte Licht oder der daraus resultierenden Energie zur Zersetzung gebracht werden kann und bei der Zersetzung ein gasförmiges Produkt in ausreichender Menge erzeugt und
- 30 (iv) Beleuchtung mit Strahlung einer ausgewählten Wellenlänge und Intensität, so daß die Strahlung hauptsächlich von der zu trennenden Grenzfläche oder der Opferschicht absorbiert wird und dabei die Zersetzungsreaktion anregt, wobei im Falle transparenter Substrate die Grenzfläche oder Opferschicht
35 auch durch das Substrat hindurch beleuchtet werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere auch anwendbar zur Strukturierung von Halbleiterschichten, bestehend aus Gruppe III-Nitriden, die z. B. auf SiC- oder Saphir-Substraten aufgebracht sind.

5

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1 bis 9 beschriebenen Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

- 10 Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels,
Figur 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels,
Figur 3 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels,
15 Figur 4 eine schematische Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels,
Figur 5 eine schematische Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels,
20 Figur 6 eine schematische Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels,
Figur 7 eine schematische Darstellung eines siebten Ausführungsbeispiels,
Figur 8 eine schematische Darstellung eines achten Ausführungsbeispiels und
25 Figur 9 eine schematische Darstellung eines neunten Ausführungsbeispiels.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 wird eine Grenzfläche eines Schichtsystems aus einer ersten 2 und einer zweiten
30 Halbleiterschicht 4 mit einem Lichtstrahl 1 durch die erste Halbleiterschicht 2 hindurch bestrahlt und das Licht im Material der zweiten Halbleiterschicht 4 stark absorbiert. Die erste Halbleiterschicht 2 ist für den Lichtstrahl 1 durchlässig.
35

In den Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Bestandteile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

Die in der zweiten Halbleiterschicht 4 vorwiegend in der Nähe der Grenzfläche zwischen den beiden Halbleiterschichten 2,4 absorbierte Energie induziert z. B. eine Zersetzung des Halbleitermaterials der zweiten Halbleiterschicht 4 in diesem Bereich, so daß es zu einer Trennung der beiden Halbleiterschichten 2,4 kommt. Zersetzungsmechanismen können z. B. Sublimation oder chemische Reaktionen sein. Die Zersetzung kann dabei sowohl thermisch wie photochemisch initiiert werden. Die Trennung wird besonders unterstützt, wenn bei der Zersetzung gasförmige Produkte entstehen.

Es ist jedoch auch möglich, daß die in der Halbleiterschicht 4 absorbierte Energie in das Halbleitermaterial 2 diffundiert und dort die Zersetzung stattfindet. Die relative Dicke der beiden Halbleitermaterialien kann dabei stark variieren, und ist nicht notwendigerweise, wie in der Figur 1 dargestellt, gleich groß.

Eine viel verwendete Methode Halbleitermaterialien herzustellen ist das Aufwachsen auf Substraten. Im Bezug auf das hier dargestellte Verfahren ist die Unterscheidung zwischen Substrat und Halbleitermaterial nicht relevant. Eine Möglichkeit ist, daß die Halbleiterschichten 2,4 auf einem Substrat gewachsen sind, und die Trennung an der Grenzfläche zwischen den Halbleiterschichten 2,4 stattfindet.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 2 wird eine Halbleiterschicht 4 von einem Substrat 6 getrennt. Dazu erfolgt die Bestrahlung der Halbleiterschicht 4 mit Licht 1 durch das Substrat 6 hindurch und die Strahlungsenergie wird im Material der Halbleiterschicht 4 absorbiert. Je nach den Absorptionseigenschaften kann es jedoch auch möglich sein, die Grenzfläche durch die Halbleiterschicht 4 hindurch zu beleuchten, so daß das Substrat 6 die Lichtenergie absorbiert. Wie oben bereits dargestellt ist es jedoch nicht notwendig, daß die

Zersetzung in dem absorbierenden Teil der Struktur stattfindet, die Energie kann ggf. auch in den anderen Teil diffundieren und dort die Zersetzung bewirken.

- 5 Die Halbleiterschichten 2,4 können entweder jeweils homogene Schichten aus einem Halbleiter sein, oder aus Schichtfolgen verschiedener Halbleiter bestehen, wie am Beispiel der Halbleiterschicht 4 in Figur 3 angedeutet. In diesen Schichtfolgen kann bereits ein konkretes Bauelement vor- oder fertig-
- 10 prozessiert vorliegen, auch in Form eines integrierten elektronischen oder optoelektronischen Schaltkreises. Alle diese Strukturen sollen im Sinne der Anmeldung als Halbleiterschichten verstanden werden.
- 15 Um die Absorption des Lichtes an der zu trennenden Grenzfläche zu verbessern und gezielt zu beeinflussen, kann entsprechend dem vierten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 zwischen eine erste 2 und eine zweite Halbleiterschicht 4 oder zwischen Substrat 6 und Halbleiterschicht 4 (man vgl. Figur 2)
- 20 eine besonders absorbierende Schicht 8 eingefügt werden. Die absorbierende Schicht 8, z. B. eine Halbleiterschicht, besitzt beispielsweise eine optische Bandlücke, die kleiner ist, als die der umgebenden Materialien. Die Schicht 8 kann nun selbst zersetzt werden und dann als eine Opferschicht
- 25 wirken. Es ist aber auch möglich, daß die absorbierte Energie diffundiert und in der Nähe der Schicht 8 zu einer Zersetzung und Trennung führt.
- Möglich ist auch, daß die Energie in der Halbleiterschicht 4
- 30 absorbiert wird, diese jedoch zu stabil ist um zersetzt zu werden. In diesem Falle kann die Schicht 8 so gewählt werden, daß sie sich besonders einfach zersetzt, also wiederum als Opferschicht fungiert. Ein besonderer Vorteil des hier beschriebenen Verfahrens ist, daß die Schicht 8 kristallin und
- 35 gitterangepaßt sein kann.

Die elektromagnetische Strahlung muß so gewählt werden, daß es die zu trennende Grenzfläche erreichen kann und dort ausreichend absorbiert wird. Dies kann im einfachsten Fall durch Beleuchtung mit einer Lampe, ggf. nach Filterung, geschehen.

5 Reicht der so zur Verfügung stehende Photonenfluß nicht aus, kann die Beleuchtung auch mit einem geeigneten Laser durchgeführt werden.

Besonders im Fall einer thermischen Zersetzung kann wegen der thermischen Leitfähigkeit der Materialien schnell die Wärme aus dem zu zersetzenden Bereich wegdiffundieren. Es kann deshalb notwendig sein, die Lichtenergie in Form sehr kurzer Lichtpulse zuzuführen, um trotzdem die für die Zersetzung notwendige Temperatur zu erreichen.

15 Das hier beschriebene Verfahren kann auch zur lateralen Strukturierung eingesetzt werden. Dies kann durch verschiedene Vorgehensweisen realisiert werden. Ein fokussierter Lichtstrahl kann benutzt werden, um sequentiell räumlich getrennte Punkte des Materials zu beleuchten und zur Zersetzung zu bringen. Wie bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 gezeigt, kann eine Bestrahlungsmaske 10 eingesetzt werden, durch die ausgewählte Flächen der Probe entfernt werden können.

25 Ebenso ist entsprechend dem Ausführungsbeispiel von Figur 6 die Bestrahlung durch holographische Methoden (z.B. Beleuchtung mit einem Interferenzgitter) möglich, bei der Interferenzeffekte ausgenutzt werden mittels gleichzeitiger Bestrahlung mit mehr als einem kohärenten Strahl.

30 Der durch die Grenzflächenzersetzung abgetrennte Teil kann sehr dünn oder klein sein und somit mechanisch instabil und schlecht zu handhaben. Es ist möglich, diesen Teil gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 7 vor oder nach der Trennung z.B. mittels Klebstoff 12 auf ein neues Trägermaterial 14 aufzubringen. Dies ist für den Fall des Fixierens vor der Grenzflächenzersetzung in Figur 7 exemplarisch dargestellt.

Nach der Trennung hat man dann eine vom Substrat 6 getrennte dünne Halbleiterschicht 4 auf dem Trägermaterial 14 zur Verfügung.

5 Besonders vorteilhaft kann das erfindungsgemäße Verfahren für die Herstellung von Schichtfolgen 4 oder ganzen Bauelementstrukturen elektronischer oder optoelektronischer Bauelemente eingesetzt werden, die auf nicht-leitenden Substraten ausgebildet werden. In diesen Fällen ist es häufig schwierig, zusätzlich zu dem jeweils an der substratabgewandten Seite der
10 Schichtfolge 4 oder Bauelementstruktur angeordneten elektrischen Kontakt 16 an eine substratnah angeordnete Halbleiterschicht einen elektrischen Kontakt anzuordnen. Dazu sind meist komplizierte Ätzprozessen und die Bildung von Mesastrukturen erforderlich. Mit dem hier beschriebenen Verfahren lassen sich gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 8 Schichtfolgen 4 oder ganze Bauelementstrukturen von nichtleitenden Substraten ablösen. Die nun freigelegten, vorher substratzugewandten Seiten der Schichtfolgen 4 oder Bauelementstrukturen sind nun für elektrische Kontakte 18 einfach
20 zugänglich.

Die Realisierung dieses Verfahrens ist von dem Materialsystem abhängig. Eine bevorzugte Ausführungsform für Halbleitermaterialien benutzt ein Material an der zu trennenden Grenzfläche mit kleinerer Bandlücke als alle anderen Schichten oder Materialien auf einer Seite der Grenzfläche. Zur Bestrahlung wird eine Strahlungswellenlänge ausgewählt, bei der die Strahlung bis zur Grenzfläche eindringen kann, und die von dem Material
25 mit kleinerer Bandlücke absorbiert wird. Dadurch muß eine Zersetzung in diesem oder einem benachbarten Material induzierbar sein.

Dieser Prozeß ist besonders für Schichten oder Schichtsysteme der Gruppe III-Nitride geeignet, da diese Materialgruppe einige für dieses Verfahren besonders vorteilhafte physikalische Eigenschaften aufweist. Erstens ist es möglich, Gruppe
35

III-Nitride durch die Absorption von einzelnen Lichtpulsen über ihre Zersetzungstemperatur räumlich begrenzt und kontrolliert zu heizen. Bei den durch die Absorption von Lichtpulsen erzeugten Temperaturen setzt die Zersetzung der Nitride und die Bildung von gasförmigem Stickstoff ein (600°C - 1800°C, abhängig von der Zusammensetzung der Nitride). Zweitens ist es für die beschriebene Verfahrensweise hilfreich, daß die Schmelztemperaturen der Gruppe III-Nitride weit über den Zersetzungstemperaturen liegen, so daß es bei der Absorption intensiver Lichtpulse nicht zur Beeinträchtigung von Schichten und Bauelementen durch Schmelzen kommt. Drittens sind diese Halbleitermaterialien besonders für optische Prozesse geeignet, da sie in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts eine wohl definierte, scharfe Schwelle besitzen, eine direkte Bandlücke, an der sie von durchlässig zu vollständig absorbierend wechseln. Weiterhin läßt sich die Wellenlänge, bei der die Absorption einsetzt, durch die Mischkristalle der Nitride (InGaN und AlGaN) über einen weiten Spektralbereich variieren (Bandlücken: InN 1.9 eV, GaN 3.4 eV, AlN 6.2 eV). Außerdem werden Gruppe III-Nitride oft auf Saphirsubstraten hergestellt, die im gesamten optischen und ultravioletten Bereich transparent sind. Dies macht auch eine Beleuchtung der Schichten durch das Substrat möglich.

Falls die Zersetzung thermisch aktiviert wird, ist es wichtig, daß die entstehende Wärme auf die Grenzfläche oder die Opferschicht konzentriert werden kann, einerseits um die nötige eingestrahlte Intensität zu minimieren, andererseits um unerwünschte Effekte auf das umgebende Material auszuschließen. Da die lichterzeugte Wärmemenge durch die thermische Leitfähigkeit der Materialien schnell aus den heißen Volumen abgeleitet wird, muß die notwendige Temperatur in einer sehr kurzen Zeit erzeugt werden. Dies kann durch kurze Laserpulse realisiert werden. Für typische Wärmeleitfähigkeiten der Gruppe III-Nitride kann die absorbierte Energie durch die Verwendung von Laserpulsen mit einer Dauer von 1 ns bis 10 ns auf die Eindringtiefe des absorbierten Lichts oder die Dicke

der Opferschicht konzentriert werden. Für die Strukturierung und Zersetzung von Gruppe III-Nitriden eignet sich z.B. ein „Q-switched“ gepulster Nd:YAG Laser.

- 5 Als spezifische Ausführung für die lichtinduzierte Zersetzung der Materialien GaN und InGaN (Bandlücken zwischen 1.9 und 3.4 eV) kann die dritte harmonische Laserlinie eines Nd:YAG Lasers verwendet werden. Diese Laserlinie wird z.B. mit Hilfe eines nichtlinearen optischen Kristalls erzeugt und besitzt
10 eine Wellenlänge von 355 nm (3.5 eV). GaN und InGaN Schichten absorbieren diese Lichtpulse und können zur Zersetzung gebracht werden. AlGaN Schichten und das meistens verwendete Saphirsubstrat sind für diese Wellenlänge transparent. Freistehende GaN und InGaN Schichten können direkt durch die Zer-
15 setzung der Grenzfläche Substrat-Schicht erzeugt werden. AlGaN-Schichten und -Bauelemente können durch die lichtinduzierte Zersetzung von dünnen GaN oder InGaN Opferschichten vom Substrat gelöst werden. In Figur 7 ist schematisch gezeigt wie eine GaN-Schicht 4 von einem beidseitig polierten
20 Saphir-Substrat 6 zu trennen ist. Die Grenzfläche zwischen GaN und Saphir wird durch das Substrat hindurch mit einem einzelnen Laserpuls der Wellenlänge 355 nm beleuchtet. Die Laserstrahlung wird nahe der Grenzfläche bis zu einer Tiefe von ungefähr 100 nm vom GaN absorbiert, wodurch die Grenzflä-
25 che geheizt wird. Werden Temperaturen von mehr als 850°C erreicht, setzt die Zersetzung des GaN unter Bildung von Stickstoffgas ein. Für Pulsenergien über ungefähr 0,2 J/cm² genügt die Energiedichte zur vollständigen Zersetzung an der Grenze zwischen Substrat 6 und GaN-Schicht 4, wodurch die Bindung
30 zwischen dem Substrat 6 und der GaN-Schicht 4 in der beleuchteten Fläche getrennt wird. Um die freistehende Schicht zu stabilisieren kann die Probe vor der Beleuchtung mit der Schichtseite unter Verwendung eines Harzes oder Wachses 12 auf eine Trägerscheibe oder Folie 14 geklebt sein. Ist die
35 GaN-Schicht 4 durch die Zersetzungsreaktion vom Substrat 6 getrennt, läßt sich das Saphir-Substrat 6 abheben und die GaN-Schicht 4 bleibt auf der Trägerscheibe oder Folie 14 zu-

rück. Nun läßt sich das Wachs oder das Harz in Aceton lösen und die GaN-Schicht bleibt als freistehende Schicht zurück.

- Bei der Strukturierung von GaN-Schichten mittels Bestrahlung der Grenzfläche durch ein Saphirsubstrat hindurch können GaN-Strukturen mit nicht vertikalen, also schrägen Seitenflächen erzeugt werden, die sich, wie in Figur 9 gezeigt vom Zersetzungsort ausbreiten. Dieses Verhalten kann beispielsweise zum Erzeugen spitz- oder pyramidformig ausgebildeter Strukturen ausgenutzt werden, wenn die laterale Breite des Interferenzgitters oder der Maske an die Schichtdicke angepaßt ist. Dieses Verhalten unterstützt auch die Herstellung freistehender Schichten.
- Verschiedene Bauelemente aus Gruppe III-Nitriden können durch die beschriebene Verfahrensweisen strukturiert werden. Die Fertigung von periodischen Strichgittern und Oberflächenstrukturen mittels Beleuchtung mit einem Interferenzgitter kann vorteilhaft zur Herstellung von Bragg-Reflektoren und Distributed Feedback Lasern auf Gruppe III-Nitrid-Basis genutzt werden. Auch optische Dispersionsgitter, die ggf. auch für transmittiertes Licht benutzt werden können, lassen sich durch eine Variation der Dicke der Schicht mittels Strukturierung mit einem Interferenzgitter erzielen. Pyramidale Strukturen aus AlN und AlGaIn können wegen ihrer negativen Elektronenaffinität als Kaltkathodenemitter z.B. in flachen Bildschirmen eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trennen zweier Materialschichten voneinander, derart, daß die zwei getrennten Materialschichten im Wesentlichen vollständig erhalten bleiben,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
 durch eine der beiden Materialschichten hindurch eine Grenzfläche zwischen den beiden Materialschichten, an der die Materialschichten getrennt werden sollen, oder ein Bereich in
10 der Nähe dieser Grenzfläche mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, daß die elektromagnetische Strahlung an der Grenzfläche oder in dem Bereich in der Nähe der Grenzfläche absorbiert wird und daß durch die Absorption eine Materialzersetzung an der Grenzfläche induziert wird.
- 15 2. Verfahren zum lateralen Strukturieren einer auf einem Substrat aufgetragenen Halbleiterschicht oder -schichtenfolge, bestehend aus mindestens einem Gruppe-III-Nitrid-Material,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
 durch das Substrat oder durch die Halbleiterschicht oder -schichtenfolge hindurch eine Grenzfläche zwischen Substrat und Halbleiterschicht oder -schichtenfolge, oder ein Bereich in der Nähe dieser Grenzfläche mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, daß die elektromagnetische Strahlung an
25 der Grenzfläche oder in dem Bereich in der Nähe der Grenzfläche absorbiert wird und daß durch die Absorption eine Materialzersetzung an der Grenzfläche induziert wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der Grenzfläche eine Opferschicht angeordnet wird, die die Strahlung absorbiert und zersetzt wird.
- 35 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Opferschicht so gewählt wird, daß ih-

re optische Bandlücke kleiner als die Bandlücke einer der beiden Materialschichten ist.

5 5. Verfahren nach Anspruch 1,2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie der absorbierten Strahlung in Form von Wärme die Zersetzung und damit die Trennung der beiden Materialschichten induziert.

10 6. Verfahren nach Anspruch 1 und 4 oder 5 oder nach Anspruch 2 und 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung in einem Teil einer der Materialschichten absorbiert wird und die Energie in Form von Wärme in eine temperaturempfindliche Opferschicht diffundiert, die dadurch zer-

15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie der absorbierten Strahlung eine Zersetzung der Grenzfläche oder der Opferschicht induziert, die zu einer Gasentwicklung auf Grund von chemischen Reaktionen, Sublimation, oder sonstigem Austreten

20

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 1 und einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Materialschichten ein Substrat und die andere der Materialschichten eine Halbleiterschicht, eine Halbleiterschichtenfolge oder eine Halbleiterschichtstruktur ist und daß die elektromagnetische Strahlung durch das Substrat hindurch auf die Grenzfläche bzw. auf die Opferschicht fällt.

30

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterschicht, Halbleiterschichtenfolge oder Bauelementstruktur zur mechanischen Stabilisierung an einem Trägermaterial angebracht wird.

35

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung der Grenzfläche,

des Bereiches in der Nähe der Grenzfläche bzw. der Opferschicht in Form eines oder mehrerer Lichtpulse realisiert wird.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe zweier oder mehrerer kohärenter Laserstrahlen ein Interferenzmuster in der Bestrahlung realisiert wird, das zu einer erhöhten lokalen Lichtintensität führt.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 8 oder nach Anspruch 8 und einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterschicht, die Halbleiterschichtenfolge oder die Halbleiterschichtstruktur oder ggf. die Opferschicht
- 15 vollständig oder teilweise aus GaN, AlN, InN, oder ihren Mischkristallen, oder aus Schichtfolgen, Schichtstrukturen oder Bauelementstrukturen aus diesen Materialien bestehen.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 2 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat im Wesentlichen aus Saphir, LiAlO_2 , LiGaO_2 , MgAl_2O_4 , ScAlMgO_4 oder SiC besteht.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schicht aus GaN oder $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ von einem Saphirsubstrat getrennt wird mittels Beleuchtung durch das Substrat mit der dritten Harmonischen eines Nd:YAG Lasers bei der Wellenlänge von 355 nm.
- 30 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Nd:YAG Laser mit Hilfe eines Q-Switches gepulst wird.
- 35 16. Freistehende Bauelementstrukturen, eingeschlossen Dioden, lichtemittierende Dioden (LEDs), Halbleiterlaser, Transistoren, und Detektoren, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelementstrukturen während oder nach ihrer Herstellung mittels eines Verfahrens gemäß Anspruch 8 oder Anspruch 8 und

einem der Ansprüche 9 bis 15 vom Substrat getrennt worden sind.

17. Halbleiterlaser nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein optischer Resonator des Halbleiterlasers durch Spalten der freistehenden Bauelementstruktur entlang kristallographischer Netzebenen der epitaktischen Schichten hergestellt wird.
- 10 18. Optische Bauelemente, eingeschlossen Beugungsgitter, Dünnschichtfilter, Lichtkoppler und Wellenleiter, dadurch gekennzeichnet, daß sie während oder nach ihrer Herstellung mittels eines Verfahrens gemäß Anspruch 1 oder gemäß Anspruch 1 und einem der Ansprüche 3 bis 15 vom Substrat getrennt worden sind.
- 15

1/3

FIG 1

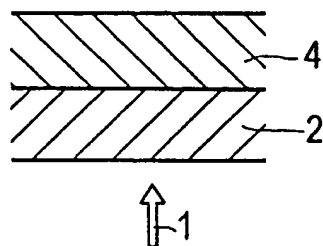


FIG 2

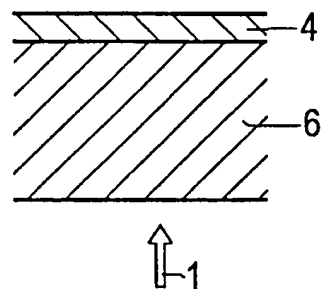


FIG 3

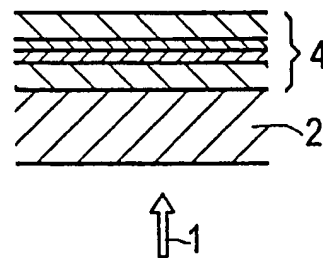
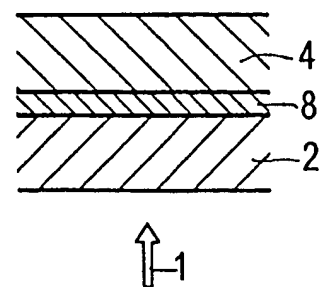


FIG 4



2/3

FIG 5

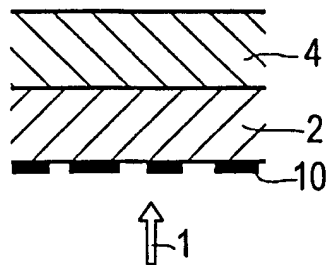


FIG 6

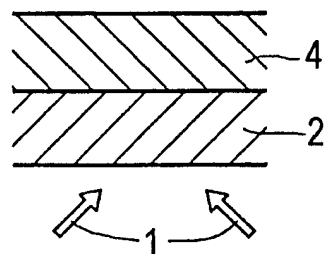
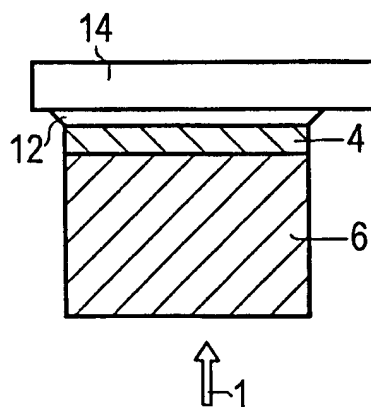


FIG 7



3 / 3

FIG 8

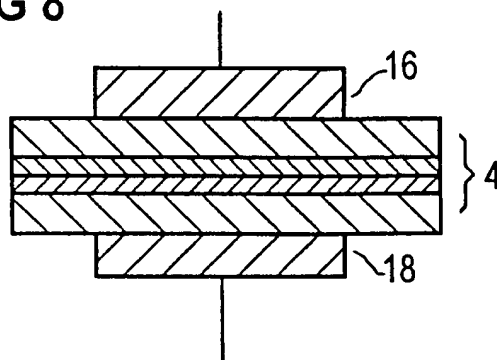
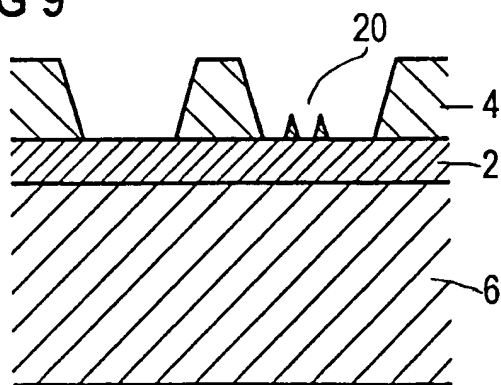


FIG 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/02261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L21/268 H01L21/027		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KELLY M. K. ET AL: "Optical patterning of GaN films" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 69, no. 12, 16 September 1996, USA, pages 1749-1751, XP002051249 see the whole document ---	2, 10-14, 18
X	US 4 448 636 A (BABER SAMUEL C) 15 May 1984 see column 2, line 60 - column 5, line 43 ---	1, 3, 5-10, 16
A	DE 35 08 469 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 11 September 1986 cited in the application see page 8, line 25-29; claim 1 -----	1, 16, 18
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">6 January 1998</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">20/01/1998</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Hammel, E</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02261

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4448636 A	15-05-84	JP 58219737 A	21-12-83
DE 3508469 A	11-09-86	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/DE 97/02261

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01L21/268 H01L21/027

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KELLY M. K. ET AL: "Optical patterning of GaN films" APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd. 69, Nr. 12, 16. September 1996, USA, Seiten 1749-1751, XP002051249 siehe das ganze Dokument ---	2, 10-14, 18
X	US 4 448 636 A (BABER SAMUEL C) 15. Mai 1984 siehe Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 43 ---	1, 3, 5-10, 16
A	DE 35 08 469 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 11. September 1986 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 8, Zeile 25-29; Anspruch 1 -----	1, 16, 18



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Januar 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hammel, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02261

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4448636 A	15-05-84	JP 58219737 A	21-12-83
DE 3508469 A	11-09-86	KEINE	